GAZ CARBONIQUE: DANS 100 ANS, CLIMAT TROPICAL A MAUBEUGE

Déterrant sans cesse pétrole, charbon et gaz pour les brûler, nous remettons en circulation dans l'air, sous forme de gaz carbonique, tout le carbone que les végétaux avaient enfoui depuis l'ère primaire. Le résultat sera simple: un réchauffement général, la fonte des neiges polaires et Paris submergé par l'océan. Mais quand?

En principe, et si l'on s'en tient aux hypothèses les plus sûres des spécialistes de la géophysique et de la géologie, le climat global de la Terre se dirige lentement mais sûrement vers un refroidissement général. Les éléments qui viennent étayer cette hypothèse sont solides et, à l'échelle des millénaires, les conditions climatiques actuelles sont tout à fait provisoires : nous vivons depuis quelques milliers d'années une période interglaciaire dont la durée ne devrait pas excéder 10 000 ans, et qui vient s'intercaler entre des périodes infiniment plus longues de gel, de neige et de glace.

Comme rien ne permet de penser que ce répit va durer plus longtemps que la douzaine d'autres périodes intercalaires qui se sont succédé au cours des millions d'années passées, tout porte à croire que le monde est en train de glisser vers la prochaine glaciation. Notons d'ailleurs que ces glaciations sont dues aux rythmes de l'activité solaire et que les astronomes ont eux-mêmes décelé certains signes qui donnent à penser que le Soleil entre dans une phase de ralentissement.

Mais, en ce qui concerne les prochaines décennies, le problème qui se pose à l'humanité n'est pas tant celui de la prochaine glaciation que celui du réchauffement que ne va pas manquer d'amener l'utilisation sans cesse accrue des combustibles fossiles. Ce n'est d'ailleurs pas la chaleur libérée par la combustion de millions de tonnes de pétrole, gaz et charbon, qui est en cause, mais un produit plus direct et strictement matériel de cette combustion, le gaz carbonique, de formule CO_2.

Autrement dit, la prédiction des géologues concernant le refroidissement progressif serait vraie dans le cas où la nature serait seule à agir. Avec la présence de l'homme, il est vraisemblable que ce scénario va être profondément modifié ; l'écart sera sans doute imperceptible au début, mais il ne fera que s'accentuer par la suite. D'ailleurs, l'arrivée de la civilisation industrielle a déjà un impact sur le climat global.

Cet impact est, pour l'instant, difficile à déceler au milieu des variations naturelles assez larges du climat. Mais, si la consommation de l'énergie continue à un rythme sans cesse croissant avec la pollution de l'atmosphère qui en découle, il suffira de quelques décennies pour que les modifications du climat dépassent les fluctuations naturelles et deviennent parfaitement visibles.

Il faut noter ici que les facteurs susceptibles d'avoir une influence sur le climat sont nombreux et dépassent de beaucoup le seul cas des fumées industrielles. Il y a d'abord les effets climatiques dus aux altérations massives de la surface terrestre qu'apportent l'agriculture intensive, l'irrigation, le déboisement, les villes immenses et ainsi de suite. A cela s'ajoutent les conséquences des combustions : chaleur, fumées, pous-

sières et gaz de toutes sortes dont les oxydes de carbone, de soufre, d'azote sont les mieux connus. Ajoutons les chlorofluorométhanes, dits fréons, dont les effets sur le climat peuvent être assez importants.

Dans l'état actuel des connaissances, il est difficile de mesurer avec précision les répercussions climatiques de tous ces effluents, mais il est vraisemblable qu'ils ont contribué à un certain réchauffement. En particulier, le gaz carbonique CO_2, les fréons et les oxydes d'azote répandus dans l'atmosphère ont pour effet certain de relever la température moyenne au sol. Le fait que le climat ait eu plutôt tendance à se refroidir au cours des dernières décennies prouve avant tout que l'influence des facteurs naturels est encore prédominante.

Il ne faudrait pas en conclure pour autant que le futur s'annonce sous les mêmes couleurs si la civilisation industrielle continue à évoluer dans le même sens, ce qui paraît probable. Cela suppose donc une exploitation toujours plus poussée des ressources naturelles, avec une modification permanente du terrain pour l'agriculture et la combustion de quantités toujours plus énormes de gaz, pétrole et charbon.

Il est juste d'ajouter que l'écologie est aussi entrée dans les mœurs, et que des mesures sérieuses sont maintenant prises pour limiter les pollutions les plus gênantes qui sont journellement déversées dans l'air et dans l'eau. L'ennui, c'est que s'il est relativement facile de se passer des fréons, ou même de filtrer les fumées et autres pollutions trop évidentes, il reste un élément presque impossible à contrôler : le gaz carbonique.

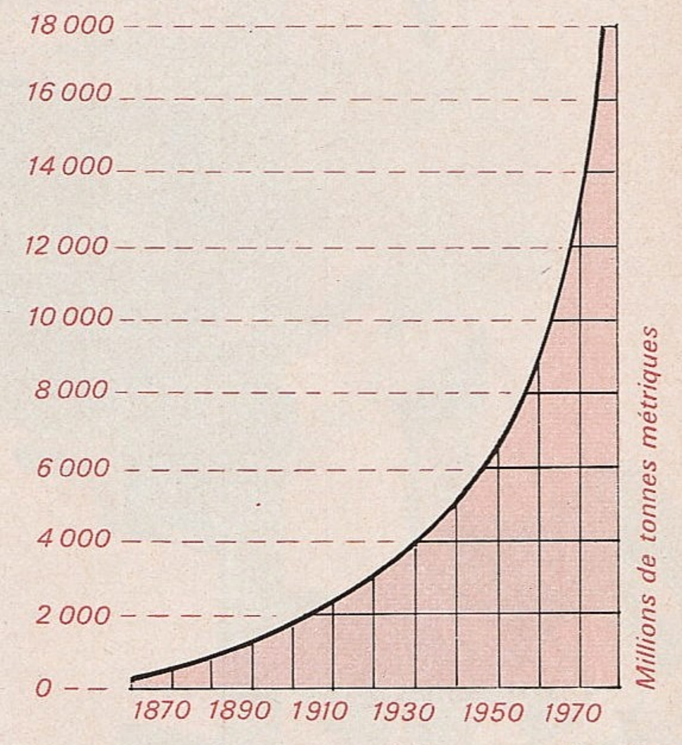
Or, ce gaz résulte de l'utilisation de tous les combustibles fossiles : essence, pétrole, bois, charbon, méthane, propane et ainsi de suite. Toute matière renfermant du carbone dégage du CO_2 à la combustion et, en pratique, tous les combustibles utilisés à grande échelle renferment du carbone. Il n'y a guère que l'hydrogène pour échapper à cette règle, mais son usage est pratiquement limité aux chalumeaux oxhydriques.

De plus, la lutte contre la pollution consiste le plus souvent à transformer certains résidus de combustion très nocifs, genre oxyde de carbone CO ou hydrocarbures légers en gaz carbonique. Autrement dit, quand on parle de limiter la pollution, il faut traduire par : augmenter la quantité de gaz carbonique.

Or, pour comprendre le danger d'une telle émission, il faut regarder de plus près le cycle qui a fixé le carbone de l'air sous forme de combustible. Quand on brûle un morceau de bois, par exemple, on renvoie à l'atmosphère le gaz carbonique qui en avait été retiré quelques années plus tôt par le processus de la photosynthèse. Ce processus est le suivant : les feuilles vertes absorbent le CO_2 de l'air et cassent la molécule en deux, gardant le carbone C pour fabriquer le bois et renvoyant l'oxygène O dans l'air.

En brûlant le bois, on fait l'inverse : on prend l'oxygène de l'air qui vient se combiner au carbone pour former du gaz carbonique ; la combinaison dégage de la chaleur, donc fournit de l'énergie, alors que la photosynthèse consomme de l'énergie, en l'occurrence celle du rayonnement solaire. En pratique, le bois n'est donc qu'une forme concentrée et pratique d'énergie solaire stockée ainsi depuis quelques dizaines d'années.

On peut d'ailleurs considérer que, dans le même moment où le bois est brûlé en émettant



20 milliards de tonnes de CO_2 envoyées dans l'air chaque année. *Depuis 1860, début de l'ère industrielle, la quantité de gaz carbonique déversée dans l'air s'est accrue selon une progression sensiblement géométrique.*

du CO_2, d'autres arbres sont en train de pomper le CO_2 de l'air ; c'est donc un échange permanent qui ne modifie guère l'équilibre de l'atmosphère.

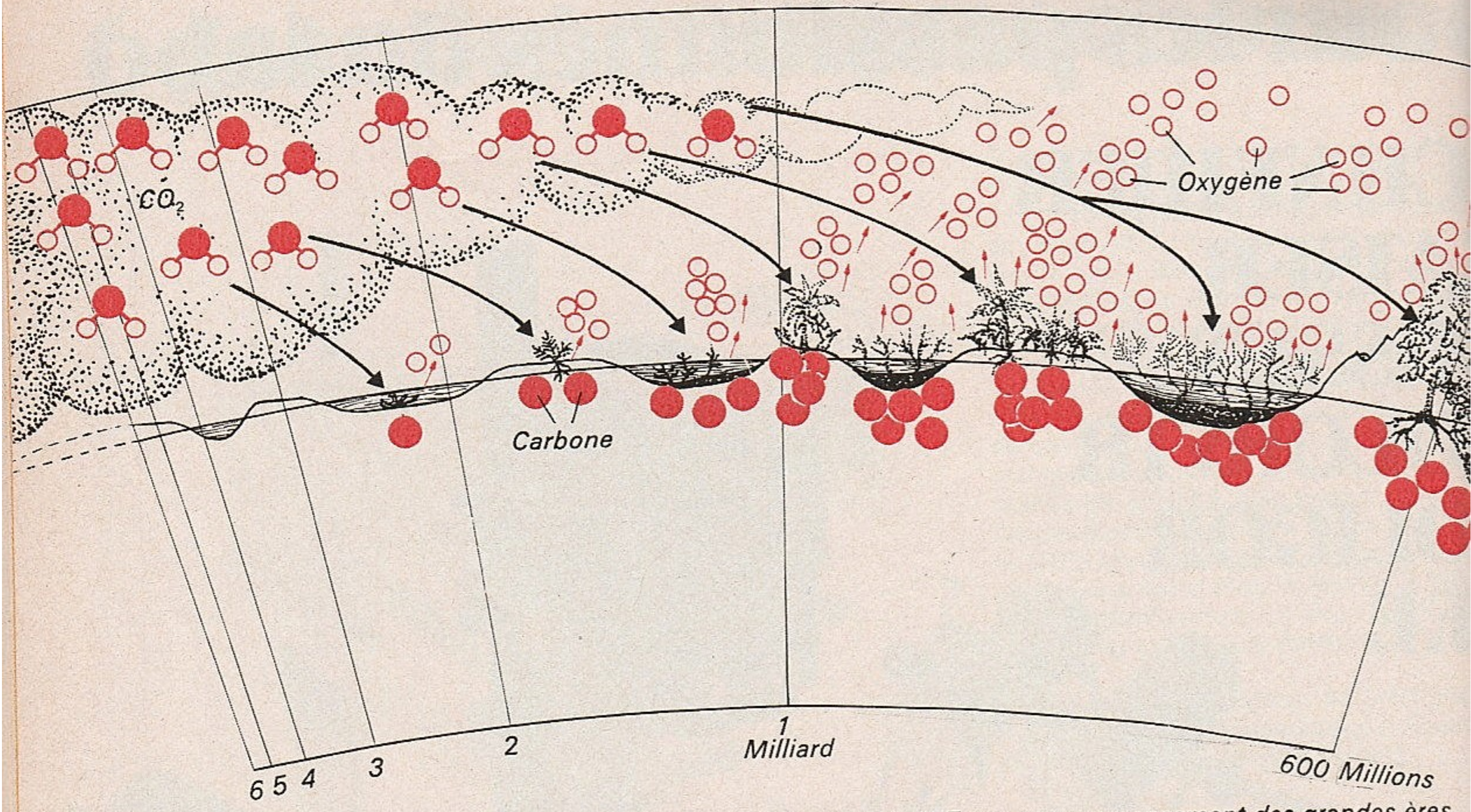
Il n'en va plus du tout de même quand on brûle des combustibles fossiles, genre pétrole, charbon et leurs dérivés, car cette fois le gaz carbonique libéré avait été retiré de l'atmosphère il y a des millions d'années. Et surtout, les quantités remises en circulation sont si énormes que les procédés naturels de régulation ne peuvent plus jouer.

Or ces combustibles fossiles, dont le carbone provient de l'atmosphère de l'ère primaire, représentent pratiquement toute l'énergie de notre monde industriel. De ce fait, 20 millions de tonnes de gaz carbonique sont envoyées dans l'atmosphère chaque année à l'époque actuelle, augmentant à chaque fois de 0,7 % la quantité totale de CO_2 dans l'air.

Il y a seulement un siècle, il n'y avait que 295 ppm de CO_2 dans l'air ; il y en a aujourd'hui 333 ppm, soit une augmentation de 13 %. En tonnage, cela représente 127 milliards de tonnes de CO_2 déversées dans l'atmosphère depuis 1860.

(suite du texte page 66)

(suite de la page 63)



Un retour à l'atmosphère primitive? *L'atmosphère primitive de la Terre, au commencement des grandes ères géologiques, renfermait une proportion élevée de gaz carbonique CO_2, soit un atome de carbone (rond noir) pour deux atomes d'oxygène (rond blanc). Pendant des millions d'années la végétation a pompé ce gaz carbonique, cassant la molécule en deux pour garder le carbone et rejeter l'oxygène dans l'atmosphère. Au fil des millénaires,*

Les volcans, pour leur part, ont ajouté 4 milliards de tonnes et la modification des sols (déboisement des sols, cultures, etc.) compte pour 70 milliards de tonnes.

Au total, 200 milliards de tonnes de gaz carbonique dont 80 milliards ont été réabsorbés par tout l'ensemble organique du sol (végétaux et animaux), 40 milliards par les océans, les 80 milliards restants étant restés dans l'air.

Tant que la civilisation continuera à vivre sur les combustibles fossiles, l'accumulation de CO_2 dans l'atmosphère se poursuivra. Or, si l'on compare la facilité d'exploitation des réserves fossiles et les énormes difficultés économiques et techniques que posent les énergies nouvelles genre centrales nucléaires, on peut conclure facilement que l'homme ne renoncera au pétrole ou au charbon qu'avec l'épuisement des réserves.

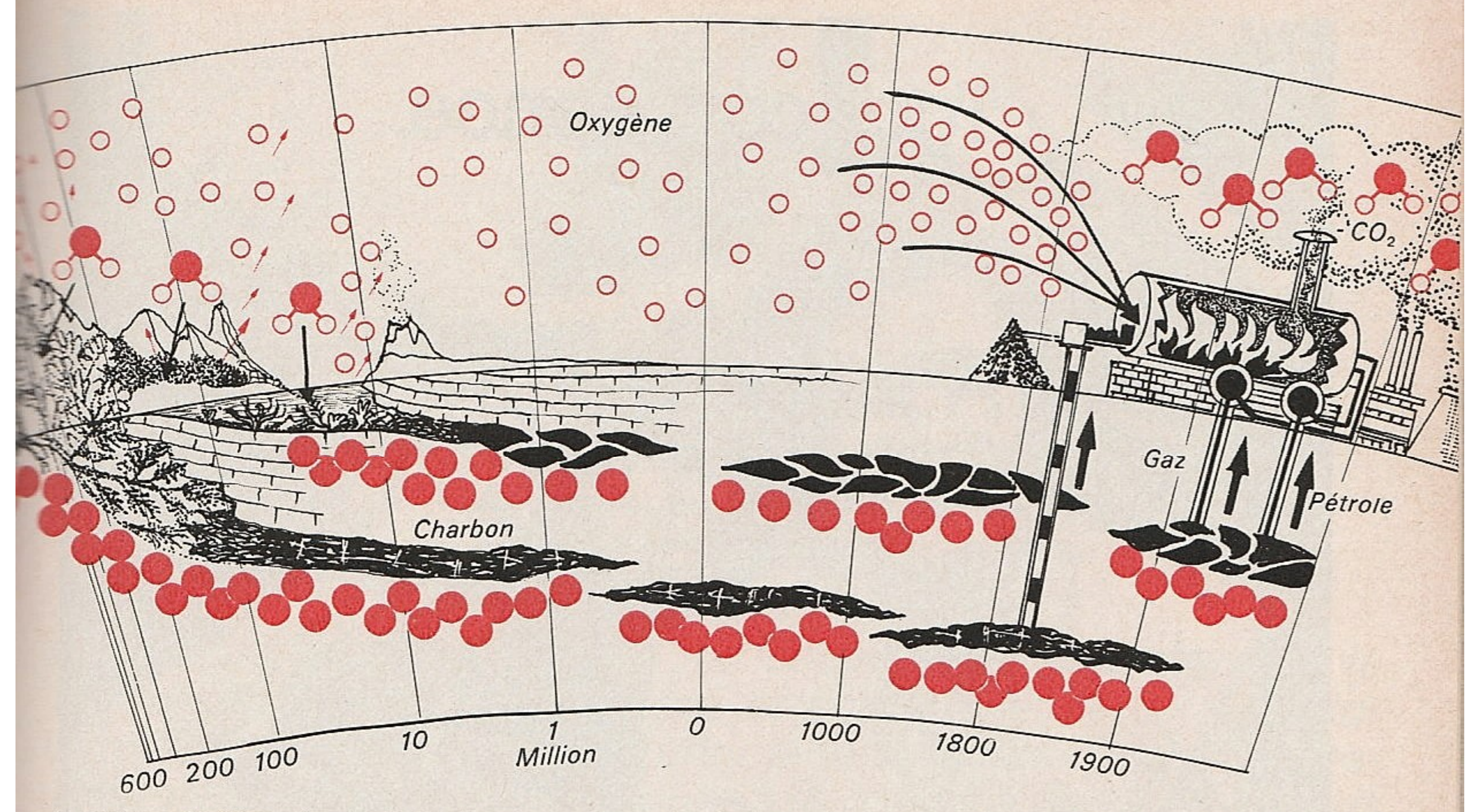
En ce cas, la quantité de gaz carbonique déversée en supplément finira par atteindre des proportions sérieuses : 25 % de plus à la fin du siècle, le double en 2050 ; de 4 à 8 fois plus en 2150. Il est vrai qu'à cette époque on approchera de la fin des réserves. Mais, ce qui est à noter c'est qu'une fois atteints ces niveaux, rien ne permettra de les faire baisser rapidement.

L'ensemble biologique sol et océans le récupérera peu à peu, c'est-à-dire à l'échelle des millénaires. Autrement dit, les conséquences de cette accumulation de CO_2 dans l'air dureront des milliers et des milliers d'années. Reste à savoir ce que seront ces conséquences, et là les modèles convergent pratiquement tous dès qu'on pose comme hypothèse que la quantité de gaz carbonique a au moins doublé, c'est-à-dire dans moins d'un siècle.

Pour commencer, disons tout de suite que nous ne le sentirons pas directement, et qu'il n'y a en pratique aucun inconvénient physiologique à prévoir ; quand bien même la quantité de CO_2 dans l'air serait multipliée par 10, cela ne ferait que 0,3 %, ce qui ne gène en rien les processus respiratoires chez les mammifères. Il en va autrement pour les plantes, dont la croissance est au contraire stimulée dans une atmosphère riche en gaz carbonique.

Le problème, c'est-à-dire le côté défavorable des choses, commence quand on étudie les répercussion sur le climat, car le gaz carbonique joue là un rôle d'une importance vitale. Tel qu'il est actuellement dilué dans l'atmosphère, et malgré une concentration très faible — 0,03 % — il maintient un effet de serre propice à la vie. En effet, les rayonnements solaires de courte longueur d'onde, surtout dans le domaine de la lumière visible, traversent l'atmosphère et atteignent le sol, où ils sont absorbés en grande partie.

Cette énergie reçue est partiellement ré-émise mais sous forme de chaleur, donc de rayons infrarouges de plus grande longueur d'onde. A la dose actuelle, le gaz carbonique absorbe ces infrarouges et les restitue, partie en direction du sol, partie dans l'espace assurant ainsi un rôle de régulateur entre l'énergie reçue du Soleil



le carbone s'est trouvé enfoui dans le sol sous forme de charbon, pétrole et gaz. En brûlant maintenant les combustibles à grande échelle, nous défaisons tout ce travail : la combustion pompe l'oxygène de l'air et renvoie à la place du gaz carbonique. Une fois épuisées les réserves fossiles, nous serons revenus à l'atmosphère de l'ère primaire, avec une haute teneur en CO_2.

et l'énergie rayonnée dans l'espace. A dose plus élevée, il en renvoie la plus grande part au sol, et la température monte.

L'équilibre actuel est précaire, car si le rayonnement solaire est constant, la partie qui en est renvoyée dans l'espace par la Terre dépend beaucoup de la concentration de gaz carbonique. Aussi les spécialistes ont-ils défini plusieurs modèles faisant entrer la plupart des paramètres connus pour prévoir les modifications climatiques entraînées par un renforcement de la concentration en gaz carbonique.

Certains de ces modèles ne tiennent compte que des données les plus simples, tandis que d'autres font entrer la majeure partie des éléments et des processus connus. A vrai dire, tous les modèles se recoupent dans leurs prévisions concernant les modifications de la température qu'on peut attendre d'une plus grande quantité de CO_2 dans l'air.

Si on compare ces prévisions et les données les plus sûres de la climatologie et de la géophysique, on aboutit aux résultats suivants : tout d'abord, la présence du CO_2 dans l'atmosphère maintient une température au sol (et dans la basse atmosphère) de 10° supérieure à ce qu'elle serait si l'air ne renfermait pas trace de gaz carbonique. En second lieu, doubler la concentration de CO_2 par rapport au niveau actuel relèvera la température globale moyenne de 2,5° à 3°.

Ces chiffres demandent à être regardés de plus près et comparés à ceux que l'on connaît directement pour les dernières périodes glaciaires. Commençons par ces derniers : la température actuelle des océans n'est que de 2° supérieure à ce qu'elle était durant la dernière glaciation ; et aux pôles, il ne faisait que 6° de moins. Enfin, pendant la période glaciaire la plus sévère, alors que les glaces couvraient toute l'Europe, la température moyenne sur le globe n'était que de 5° inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui.

Autrement dit, entre le climat tempéré et la glace permanente, l'écart de température se situe autour de 2 à 3 °C. C'est donc la seule présence d'une très faible concentration de gaz carbonique dans l'air (0,03 %) qui suffit à relever la température moyenne générale de 10 °C. Privé de ce voile ténu, nous serions à 5° en dessous de la plus dure glaciation, ce qui limiterait singulièrement la vie sur Terre.

Dans l'autre sens, doubler la teneur en CO_2 de l'atmosphère va relever la moyenne des températures de 2° à 3°, valeur énorme puisqu'elle est égale à l'écart qui sépare une glaciation moyenne du climat actuel. Notons d'ailleurs que l'accroissement de la température est lié à l'accroissement de la teneur en CO_2 selon une progression logarithmique : il faut quadrupler l'accroissement de CO_2 pour doubler l'accroissement de température.

Restons pour l'instant à un doublement de la concentration de CO_2 dans l'air ; non seulement la température moyenne va monter de 2 à 3°, mais tout le cycle hydraulique va se trouver

(suite du texte page 178)

GAZ CARBONIQUE

(suite de la page 67)

modifié : les précipitations vont être augmentées en moyenne de 7 %. Aux pôles, le réchauffement va se traduire par un recul général des glaces qui pourrait atteindre une amplitude de 10 degrés en latitude. Cette fonte des glaces entraînera un relèvement général du niveau des mers.

Il faut préciser ici que l'influence de la teneur en CO_2 est beaucoup plus marquante aux pôles que sur le reste de la Terre : l'accroissement de température y est trois fois plus fort que pour l'ensemble de la Terre. Quand la teneur en gaz carbonique aura doublé, la température moyenne, nous l'avons vu, sera augmentée globalement de 3°, mais aux pôles l'effet est triple et la moyenne montera de 9°. Dans 200 ans, ce seront 6° de plus sur les continents et océans, mais 18° de plus aux pôles : cette fois, la majeure partie des calottes glaciaires fond et la mer arrive à Paris.

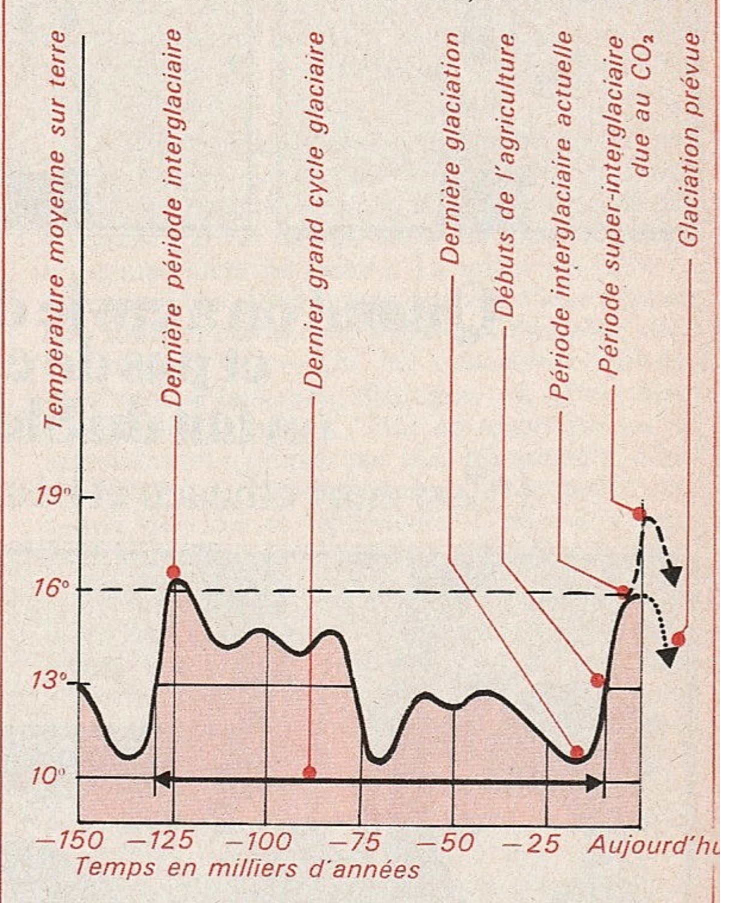
Tous ces chiffres sont tirés de modèles théoriques basés sur les connaissances actuelles de la géophysique et ils comportent donc une marge d'erreur. Ainsi les données concernant les températures peuvent avoir été surestimées du double : l'accroissement moyen sera peut-être de 1,5° et non de 3°. Mais le résultat peut tout aussi bien avoir été sous-estimé de moitié : l'élévation de température sera alors de 6° et non de 3°.

De toute manière, il y aura une élévation de température, et il est probable qu'elle sera voisine des 3° prévus. Le réchauffement des océans et la fonte des glaces, avec l'élévation du niveau des mers qu'elle entraînera, sont également des données sûres. Les zones agricoles monteront du même coup vers le nord, les grandes régions actuelles de culture du blé se trouvant plongées dans un climat à la fois trop chaud et trop humide pour assurer des récoltes satisfaisantes.

L'amplitude de ces phénomènes dépend essentiellement du volume de combustibles fossiles qui aura été brûlé. Au rythme actuel d'accroissement de la consommation, les modifications climatiques seront perceptibles dès la fin du siècle. Et, si la majeure partie des réserves fossiles est brûlée dans les mêmes conditions qu'aujourd'hui, le monde sera plongé selon les termes du Pr. Broecker dans le « super-interglaciaire ». Il faut entendre par là un ensemble de conditions climatiques telles que la Terre n'en a jamais connues depuis des millions d'années.

A première vue, le problème peut sembler lointain, mais ignorer les conséquences que va entraîner l'accumulation de gaz carbonique dans l'atmosphère jusqu'à ce qu'elles soient clairement visibles relève de l'imprévoyance déraisonnable. En effet, attendre que le mal soit fait pour commencer à agir mène à une alternative simple : soit arrêter brutalement la consommation des combustibles fossiles, ce qui revient à fermer usines, transports, éclairage, chauffage et autres du jour au lendemain ; soit se donner une cinquantaine d'années pour assurer la transition vers d'autres formes d'énergie et donc continuer à amplifier la quantité de CO_2 dans l'atmosphère.

La première solution étant irréalisable, c'est la seconde qui sera choisie, avec cet inconvénient que les effets du gaz carbonique persisteront pendant des milliers d'années avant que la nature n'arrive à s'en débarrasser. Or, des millénaires de climat trop chaud donneront le temps au Groenland et à l'Antarctique de fondre, faisant monter le niveau des mers à tel point que toutes les régions côtières seront submergées.



Tomber de plus haut dans la prochaine glaciation. *La température moyenne du globe terrestre a oscillé au cours des 150 derniers millénaires, entre 11° et 16°, du glaciaire strict au climat actuel. Le CO_2 pourrait engendrer un état tout particulier, le super-interglaciaire, avec une température moyenne voisine de 19°. Cette élévation sera due au fait que le gaz carbonique provoque un effet de serre sur toute la terre.*

C'est donc dès maintenant qu'il faut se préoccuper du gaz carbonique, en réalisant que le problème est particulièrement difficile. Comme il n'est pas question pour l'heure d'abandonner le pétrole ou le charbon, il faut donc arriver à contrôler ou à maîtriser la diffusion du CO_2 dans l'air en attendant que d'autres sources d'énergie viennent prendre le relais. Et il faut espérer de plus que ces nouvelles formes n'apportent pas de nuisance plus grave encore que celle du gaz carbonique.

Renaud de la TAILLE ■